Iranian Journal of Animal Science Research
Homepage: http://ijasr.um.ac.ir

Research Article
Vol. 16, No.2, 2024, p. 221-234

The Effects of Replacing Synbiotics and macroalgae *Sargassum* with Oxytetracycline on Performance, Carcass Characteristics, Intestinal Morphology and Blood Serum Lipid Parameters of Broiler Chickens

Mohammad Reza Rezvani[1], Mohammad Javad Agah[2*], Zohreh Gazor Habibabadi[3], Alidad Boostani[4], Houshang Lotfollahian[5], Ahmad Ali Sabetan Shirazi[6]

1-Associate Professor, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran.

2-Associate Professor, Animal Science Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran

3-Ph.D. Candidate, Department of Animal Science, Faculty of Agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.

4-Assistant Professor, Animal Science Research Department, Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Shiraz, Iran.

5- Associate Professor, Animal Science Research Institute, AREEO, Karaj, Iran

6-Associate Professor, Animal Science Research Institute, AREEO, Karaj, Iran. Assistant Professor of Islamic Azad University, Fasa Branch, Iran.

*Corresponding Author's Email: mjagah1400@gmail.com

Received: 21-07-2023
Revised: 19-01-2024
Accepted: 31-01-2024
Available Online: 04-08-2024

How to cite this article:
Rezvani, M.R., Agah, M.J., Gazor Habibabadi, Z., Boostani, A.D., Lotfollahian, H., & Sabetan Shirazi, A.A. (2024). The effects of replacing synbiotics and *macroalgae Sargassum* with oxytetracycline on performance, carcass characteristics, intestinal morphology and blood serum lipid parameters of broiler chickens. *Iranian Journal of Animal Science Research*, *16*(2), 221-234.(in Persian with English abstract). http://doi.org/10.22067/ijasr.2024.83425.1163

Introduction: Antibiotics have been used for many years in animal production to treat infectious diseases and as growth promoters. However, the misuse of antibiotics causes problems such as bacterial antibiotic resistance. Also, the possible accumulation of antibiotic residues in livestock products is risky for consumers. After the ban on the use of antibiotic growth promoters in 2006, there was a need to use substitutes in animal feed to replace antibiotics. These alternatives include prebiotics, probiotics, phytobiotics and synbiotics. Probiotics are live microorganisms that, when consumed in sufficient amounts, have beneficial effects on the host by creating a microbial balance in the gut. The purpose of probiotics is to create a competition between the species that are naturally present in the intestinal flora of broilers. The most important advantage of probiotics is that they do not remain in animal products. Prebiotics are feed compounds that are not digested by the host when consumed but can support beneficial bacteria. These compounds are short-chain carbohydrates such as non-digestible oligosaccharides that cannot be digested by animal enzymes. Compounds containing prebiotics and probiotics used in nutrition are called synbiotics. Phytobiotics include a wide range of plant-derived products with bioactive compounds. Plant feed additives (PFAs) are widely effective in improving gut health, increasing digestibility and thus growth performance. These bioactive compounds include secondary metabolites (phenolic and flavonoid). In recent years, various marine organisms have been considered as valuable biological compounds for livestock. Marine algae, due to a wide range of bioactive components such as flavonoid, carotenoid, phenolic compounds, tocopherol, peptide and various sulfated and carboxylated polysaccharides such as alginate and fucoidan with antibacterial, antifungal and antiviruses have beneficial effects on health. Brown macroalgae such as *Sargassum angustifolium* have beneficial effects on health due to a wide range of bioactive components such as fucoidan, fucose sulfate and polysaccharides. Also, this group of algae is a rich source of sodium alginate oligosaccharides.

Materials and Methods: The present study was conducted in the form of a completely randomized design,

©2023 The author(s). This is an open access article distributed under Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0), which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source.
http://doi.org/10.22067/ijasr.2024.83425.1163

lasted for 42 days at the Ali Abad Kamin research farm of the Fars Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Shiraz, Iran. A total of 240 Ross 308 broilers were distributed in five treatments, four replications and 12 birds per replication. The dietary treatments included: 1 basal diet, without additives, 2 basal diet + 0.05% Oxytetracycline, 3 basal diet + 0.2% brown algae *Sargassum* and treatments 4 and 5 the basal diet was + 1% and 1.5% of synbiotics Limax, respectively. Ingredients and chemical composition of the ration are presented in (Table 1). At the end of each period, chickens in each group were weighed and the average body weight gain (g/b) in each period was calculated. Feed intake in each period was calculated and expressed as g/b/d. Based on weight gain and feed intake in each period, the FCR values of each group were calculated. Tow representative chickens from each group were selected for carcass analysis representing the average weight and variability of each group. The data obtained on various parameters studied during this experimental trial were analyzed statistically with SAS software.

Results and Discussion: The results showed that the treatments had no significant effect on the feed conversion ratio of the birds. In the finisher period (25-42 days) and total period (1-42 days), oxytetracycline and Limax 1% treatments had the highest and lowest average daily weight gain, respectively. There wasn't any significant difference between average daily weight gain of the oxytetracycline treatment and other experimental treatments. In the finisher period, the highest amount of feed intake was for the control treatment and the lowest for the Limax 1% treatment ($P<0.05$). The highest value of production index was belonged to oxytetracycline and Limax treatments was 1.5% (295 and 272, respectively). The highest abdominal fat percentage in the day 42 was related to Oxytetracycline treatment and the lowest was related to Limax treatment of 1.5% ($P<0.05$). The highest villus width in the day 42 was belonged to Limax treatment of 1 and 1.5% and the lowest was belonged to Oxytetracycline, control and *Sargassum* treatments ($P<0.05$). The treatments did not show a significant difference in the feed conversion ratio. The highest value of production index was observed in oxytetracycline and Limex 1.5% treatments (295.25 and 271.71, respectively).

Conclusion: The final result is that the two oxytetracycline and 1.5% of synbiotics Limax treatments shown the highest average daily weight gain and the production index among the experimental treatments. Also, the maximum width of villi and its absorption surface of villus was related to Limax treatment of 1.5%. Therefore, despite the problems of using antibiotics in the diet of birds, Limax synbiotic supplement can be a suitable substitute for oxytetracycline antibiotic.

Keywords: Broiler, Brown macroalga *Sargassum*, Intestinal morphology, Performance, Synbiotics

نشریه پژوهشهای علوم دامی ایران
Homepage: http://ijasr.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۱۶، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۳، ص. ۲۳۴-۲۲۱

اثرات جایگزینی سین‌بیوتیک و ماکروجلبک *سارگاسوم* با اکسی‌تتراسایکلین بر عملکرد، ویژگی‌های لاشه، ریخت‌شناسی روده و فراسنجه‌های لیپیدی سرم خون جوجه‌های گوشتی

محمد رضا رضوانی[۱]، محمد جواد آگاه[۲]*، زهره گازر حبیب آبادی[۳]، علی‌داد بوستانی[۴]، هوشنگ لطف اللهیان[۵]، احمد علی ثابتان شیرازی[۶]

تاریخ دریافت : ۱۴۰۲/۰۴/۳۰
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۲/۱۰/۲۹
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۱۱/۱۱

چکیده

این پژوهش با هدف بررسی مقایسه‌ای اثرات سین‌بیوتیکی لیماکس و ماکروجلبک قهوه‌ای *سارگاسوم* به‌منظور جایگزینی با آنتی‌بیوتیک اکسی‌تتراسایکلین در جیره، بر عملکرد تولیدی، ریخت‌شناسی بافت روده، ویژگی‌های لاشه و فراسنجه‌های خونی جوجه‌های گوشتی سویه راس ۳۰۸ در قالب طرح کاملاً تصادفی با پنج تیمار، چهار تکرار و ۱۲ پرنده در هر تکرار انجام شد. تیمارها شامل: شاهد، اکسی‌تتراسایکلین ۰/۰۵ درصد، جلبک *سارگاسوم* ۰/۲ درصد، سین‌بیوتیک لیماکس با دو سطح ۱ و ۱/۵ درصد بودند. نتایج نشان داد که تیمارهای آزمایشی تأثیری بر میانگین ضریب تبدیل غذایی نداشتند. در دوره پایانی و کل دوره پرورش، به‌ترتیب تیمارهای اکسی‌تتراسایکلین و لیماکس یک درصد بیشترین (۶۵/۵۲ و ۴۹/۰۲ گرم/ پرنده/ روز) و کمترین (۵۴/۵۰ و ۴۳/۰۷ گرم/پرنده/ روز) میانگین افزایش وزن زنده را داشتند (P<۰/۰۵)، تفاوت میانگین افزایش وزن روزانه سایر تیمارهای آزمایشی با تیمار اکسی‌تتراسایکلین معنی‌دار نبود. با تفکیک لاشه، کمترین میزان چربی حفره شکمی در تیمار لیماکس ۱/۵ درصد (۰/۸۸ درصد) و بیشترین آن در تیمار اکسی‌تتراسایکلین (۱/۷۱ درصد) مشاهده شد. با بررسی بافت شناسی روده، بیشترین عرض پرز ژژنوم در دو سطح سین‌بیوتیک لیماکس ۱ و ۱/۵ درصد و کمترین آن در شاهد، اکسی‌تتراسایکلین و *سارگاسوم* مشاهده شد. میانگین افزایش وزن روزانه و شاخص تولید دو تیمار اکسی‌تتراسایکلین و لیماکس ۱/۵ درصد، بیشترین مقدار را در بین تیمارهای آزمایشی داشتند. همچنین، بیشترین عرض پرزها و در نتیجه، سطح جذبی آن مربوط به تیمار لیماکس ۱/۵ درصد بود. بنابراین، با وجود مشکلات استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها در جیره پرندگان، مکمل سین‌بیوتیکی لیماکس می‌تواند جایگزین مناسبی برای آنتی‌بیوتیک اکسی‌تتراسایکلین باشد.

واژه‌های کلیدی: جلبک قهوه‌ای *سارگاسوم*، جوجه گوشتی، ریخت‌شناسی روده، سین‌بیوتیک، عملکرد

مقدمه

استفاده از آنتی‌بیوتیک‌های محرک رشد، نزدیک به چندین دهه است که جهت بهبود عملکرد و سلامت پرندگان در صنعت مرغ گوشتی به‌صورت درمانی رایج شده است. با این حال، استفاده از این ترکیب‌ها سبب ایجاد مشکلاتی چون مقاومت آنتی‌بیوتیکی باکتریای، کاهش کارایی سامانه ایمنی، عفونت ثانویه و تجمع مواد باقی‌مانده در فرآورده‌های مورد استفاده انسان می‌شود که برای مصرف‌کنندگان خطرناک است. پس از تصویب ممنوعیت مصرف آنتی‌بیوتیک‌ها توسط اتحادیه اروپا در ژانویه ۲۰۰۶ موارد مؤثری جهت جایگزینی آنتی‌بیوتیک‌ها شامل پروبیوتیک‌ها، پری‌بیوتیک‌ها، سین‌بیوتیک‌ها و فایتوبیوتیک‌ها به‌عنوان عوامل ضد باکتری و مؤثر بر عملکرد رشد حیوان بررسی و پیشنهاد شده است (Al-Khalaifa *et al.*, 2019).

سین‌بیوتیک‌ها به‌عنوان یک ماده افزودنی خوراک از ترکیب همزمان پروبیوتیک و پری‌بیوتیک تشکیل شده‌اند. سین‌بیوتیک مورد مطالعه در پژوهش حاضر، مخلوطی از ریزجانداران

۱- دانشیار گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران.
۲- دانشیار بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران.
۳- دانشجوی دکتری، گروه علوم دامی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.
۴- استادیار بخش تحقیقات علوم دامی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان فارس، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، شیراز، ایران.
۵- دانشیار مؤسسه تحقیقات علوم دامی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران، ایران.
۶- استادیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد فسا، فسا، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Email: mjagah1400@gmail.com)
http://doi.org/10.22067/ijasr.2024.83425.1163

(میکروارگانیسم‌ها) با خاصیت پروبیوتیکی، دیواره سلولی مخمر به‌عنوان جز پری‌بیوتیکی و عصاره پوست مرکبات با خاصیت فیتوبیوتیکی است. پوست مرکبات حاوی غلظت بالایی از ترکیبات فنلی و منبعی غنی از فلاونوئیدهای طبیعی است. فلاونوئیدهای مرکبات به‌عنوان عوامل مؤثر در داخل بدن قادر به تعدیل سوخت و ساز کبدی لیپید می‌باشند. این ترکیبها باعث افزایش نفوذپذیری غشای داخلی باکتریایی، از بین بردن پتانسیل غشا و کاهش تولید ATP، همچنین سبب مهار فرآیند DNA و RNA در باکتری می‌شوند (Rafiq *et al*., 2018). در پژوهشی، سین‌بیوتیک متشکل از *لاکتوباسیلوس پلانتاروم* و فروکتوالیگوساکارید در مقایسه با آنتی‌بیوتیک اورئومایسین جهت بررسی عملکرد رشد و شاخص‌های ایمنی در جوجه‌های گوشتی مورد استفاده قرار گرفت. طبق نتایج به‌دست آمده، افزودن سین‌بیوتیک بر عملکرد رشد و شاخص‌های ایمنی جوجه‌های گوشتی تأثیر معنی‌داری داشت که نشان‌دهنده پتانسیل آن برای جایگزینی با آنتی‌بیوتیک‌ها در تغذیه جوجه‌های گوشتی است (Song *et al*., 2022).

اثر بهبوددهندگی رشد ارگانیسم‌ها و گیاهان دریایی از جمله جلبک‌ها برای سلامت و تقویت عملکرد حیوان به‌دلیل فعالیت‌های ضد باکتریایی ثابت شده است. این موجودات منبعی از ترکیب‌های فعال زیستی با طیف وسیعی از فعالیت‌های زیستی همچون اثر پادزیستی محرک رشد، پاداکسندگی و ضد التهابی هستند. در این میان، بزرگ جلبک‌ها منبع ویژه‌ای از این ترکیبات ثانویه را به خود اختصاص می‌دهند. *سارگاسوم آنگوستیفولیوم*[1]، بزرگ جلبک دریایی قهوه‌ای منبع غنی از ترکیب‌های فعال زیستی مثل فلاونوئیدها، پلی‌ساکاریدهای سولفاته (فوکوئیدان یا فوکوز سولفاته)، کاروتنوئیدها، توکوفرول‌ها، پپتیدها و پلی‌ساکاریدهای کربوکسیله مانند آلژینات (آلژینیک اسید، لامیناریان و گلوکان) و اولوان با مزایای سلامتی اثبات شده، بیشتر مورد توجه قرار گرفته‌اند. پلی‌فنل‌های گزارش شده در این بزرگ جلبک‌ها، پلیمرهای فلاونوئیدها و فلروتانن‌ها هستند که به‌عنوان عوامل ضد باکتریایی عمل می‌کنند. در بین پلی‌ساکاریدهای مختلف، فرم سولفاته مانند فوکویدان، فوکان سولفات و اولوان از نظر ارزش زیستی بیشتر مورد بررسی قرار گرفته است. پتانسیل سرکوب رشد باکتری‌هایی همچون *استافیلوکوکوس اورئوس* و *اشرشیا کلی* برای فوکوئیدان‌های جدا شده از جلبک‌های دریایی قهوه‌ای گزارش شده است (Ganesan *et al*., 2019; Sanjeewa & Jeon, 2018). اولیگوساکاریدهای آلژینات غیراشباع فعالیت‌های فیزیولوژیکی متنوعی، مانند افزایش فاگوسیتوز ماکروفاژها و اثر بر رشد باکتری‌هایی همچون *بیفیدوباکتریوم* و *لاکتوباسیل* را از خود نشان دادند. خاصیت آلژینات به گونه جلبک و نوع آلژینات موجود در آن‌ها بستگی دارد، یکی از منابع تجاری اصلی آلژینات‌ها، گونه *سارگاسوم* است (Borazjani *et al*., 2018). الیگوساکاریدهای سدیم آلژینات جلبک قهوه‌ای، در جیره غذایی جوجه‌های گوشتی در معرض *سالمونلا اینتریکا* (*Salmonella enterica*) سبب کاهش مرگ‌ومیر ناشی از عفونت سالمونلا، افزایش تولید IgA اختصاصی *سالمونلا انتریتیدیس* در سکوم و افزایش تعداد باکتری‌های اسیدلاکتیک در سکوم شد (Yan *et al*., 2011). همچنین، بررسی فعالیت‌های آنتی‌بیوتیکی جلبک دریایی قهوه‌ای (*Sargassum wightii*) در جیره جوجه‌های گوشتی علیه بیمارگرهای مختلف کاهش قابل توجه ۴۰-۷۵ درصد بیوفیلم توسط باکتری‌های گرم منفی و اثر مهاری را بر باکتری‌های بیمارگر را نشان داد (Suganya *et al*., 2019). این جلبک دریایی توسط مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان بوشهر تحت شماره ۲۶۶۲ شناسایی و ثبت شده است (Mehdinezhad *et al*., 2016).

بنابراین پژوهش حاضر با هدف بررسی اثرات سین‌بیوتیکی مکمل لیماکس و ماکرو جلبک قهوه‌ای *سارگاسوم* به‌منظور جایگزینی با آنتی بیوتیک محرک رشد اکسی‌تتراسایکلین در جیره، بر عملکرد تولیدی، خصوصیات لاشه، ریخت‌شناسی روده و فراسنجه‌های خونی جوجه های گوشتی انجام شد.

مواد و روش‌ها

پژوهش حاضر در سالن تحقیقاتی پرورش جوجه گوشتی ایستگاه تحقیقات و آموزش علی‌آباد کمین شهرستان پاسارگارد، انجام شد. تعداد ۲۴۰ قطعه جوجه یک روزه گوشتی سویه راس ۳۰۸ (از مخلوط دو جنس) در قالب طرح کاملاً تصادفی در پنج تیمار با چهار تکرار و هر تکرار دارای ۱۲ پرنده در ۲۰ واحد آزمایشی قرار گرفتند. تیمارها شامل: گروه شاهد (جیره بر پایه ذرت و کنجاله سویا)، گروه اکسی‌تتراسایکلین (جیره پایه + ۰/۰۵ درصد اکسی‌تتراسایکلین)، گروه جلبک قهوه‌ای (جیره پایه + ۰/۲ درصد جلبک قهوه‌ای *سارگاسوم*)، گروه لیماکس یک درصد (جیره پایه + یک درصد سین‌بیوتیک لیماکس) و گروه لیماکس ۱/۵ درصد (جیره پایه + ۱/۵ درصد سین‌بیوتیک لیماکس) بودند. جیره‌های یکسان از لحاظ انرژی و پروتئین، بر اساس راهنمای پرورش ۲۰۱۹ راس ۳۰۸ با نرم‌افزار UFFDA تنظیم شد (جدول ۱). افزودنی‌های خوراک پس از آماده‌سازی جیره پایه به آن اضافه شد.

بزرگ جلبک قهوه‌ای *سارگاسوم آنگوستیفولیوم* (حاوی اسیدهای امگا ۳ و امگا ۶، مواد معدنی در محدوده ۱۴ تا ۳۵ درصد ماده خشک و ترکیبات زیست فعال ثانویه فلاونوئیدها، پلی‌ساکاریدهای سولفاته فوکوئیدان، کاروتنوئیدها، پپتیدها و پلی‌ساکاریدهای کربوکسیله آلژینات) از شرکت دانش بنیان ذخایر جلبک فارس واقع در پارک علم

1- *Sargassum angustifolium*

و فناوری شیراز تهیه شد که پس از خالص‌سازی و جدا کردن ناخالصی‌های همراه محصول (صدف و سنگ‌ریزه) به‌صورت پودر درآمد. سین‌بیوتیک مصرفی با نام تجاری لیماکس[1] از انجمن علوم دامی کرمان تهیه شد. این محصول حاوی باکتری‌های *لاکتوباسیلوس پلانتروم، باسیلوس لچینی فرمیس، باسیلوس سابتیلیس، انتروکوکوس فاسالیس، استرپتوکوکوس درموفیلوس* (1×10^{10} cfu)، همچنین مخمر و پوست خشک مرکبات به‌عنوان منبع فراوانی از فنل و فلاونوئیدها می‌باشد. همچنین، ترکیبات شیمیایی آن شامل ۹۴/۲ درصد ماده خشک، ۱۱ درصد پروتئین خام، ۲ درصد چربی، ۳/۵ درصد خاکستر و ۱۰/۲ درصد فیبرخام می‌باشد.

در این پژوهش، برنامه نوری به این ترتیب بود که سه روز اول دوره پرورش ۲۴ ساعت روشنایی اعمال شد. در ادامه، ساعات خاموشی به‌صورت افزایشی ادامه یافت؛ به‌طوری‌که از روز پنجم تا دهم، با چهار ساعت خاموشی، از روز ۱۱ تا ۱۵ با پنج ساعت خاموشی و از روز ۱۶ تا ۲۱ با شش ساعت خاموشی اعمال شد. سپس، از روز ۲۲ دوره پرورش، ساعات خاموشی به‌صورت متناوب کاهش یافت. به این ترتیب که از روز ۲۲ تا ۲۸ چهار ساعت خاموشی، از روز ۲۹ تا ۳۳، سه ساعت خاموشی، از روز ۳۳ تا ۳۸، دو ساعت خاموشی و از روز ۳۹ تا پایان دوره پرورش، به‌صورت ثابت یک ساعت خاموشی در سالن اعمال شد (Rahmani *et al.*, 2010).

دمای روزانه بر اساس راهنمای شرکت راس تنظیم و دمای اولیه ورود جوجه‌ها به سالن ۳۲ درجه سانتی‌گراد بود. ثبت خوراک مصرفی و وزن بدن پرندگان در مقاطع تغییر جیره‌های آغازین، رشد و پایانی، با ترازوی دیجیتال با دقت ۱۰ ± گرم انجام شد. میانگین خوراک مصرفی روزانه هر مرغ، بر اساس روز مرغ با احتساب تلفات محاسبه شد. جهت محاسبه شاخص‌های عملکردی شامل افزایش وزن روزانه، مصرف خوراک روزانه و ضریب تبدیل خوراک از وزن بدن و خوراک مصرفی روزانه استفاده شد. محاسبه شاخص تولید با ثبت تعداد تلفات و محاسبه درصد ماندگاری در هر تیمار و هر تکرار با تاریخ انجام شد.

در پایان دوره پرورش (۴۲ روزگی)، از هر واحد آزمایشی دو پرنده (خروس و مرغ) با میانگین وزنی نزدیک به وزن واحد آزمایشی مربوطه کشتار شده و صفات لاشه شامل درصد وزن نسبی (لاشه، ران، سینه، پشت، چربی حفره بطنی و روده خالی) به وزن زنده محاسبه شد.

معادله (۱)

۱۰۰ × (تعداد پرنده در روز اول دوره ÷ تعداد پرنده زنده در پایان دوره) = درصد ماندگاری

((تعداد روزهای پرورش× ضریب تبدیل غذایی) / (میانگین وزن به کیلوگرم × درصد ماندگاری)) = شاخص تولید×۱۰۰

به‌منظور تعیین غلظت لیپیدهای خون در پایان دوره (۴۲ روزگی) از هر واحد آزمایشی از دو پرنده نمونه خون اخذ شد. نمونه‌های سرم خون به‌کمک دستگاه سانتریفوژ جدا و در میکروتیوب‌های ۰/۵ سی‌سی تا زمان آنالیز در دمای ۲۰- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. پس از جداسازی سرم، مقدار کلسترول کل، لیپوپروتئین با چگالی پایین LDL، لیپوپروتئین با چگالی بالا HDL و تری‌گلیسرید هر نمونه پس از یخ‌گشایی توسط دستگاه اسپکتروفتومتری، اتوآنالیزر مدل بیوسیستم اسپانیا–15A و با استفاده از کیت تجاری زیست شیمی اندازه‌گیری شد.

به‌منظور بررسی مخاط ژژنوم، در سن ۴۲ روزگی از هر تکرار یک پرنده کشتار و محتویات داخل بدن تخلیه و از قسمت میانی ژژنوم یک نمونه بافتی به ابعاد ۰/۵×۰/۵ سانتی‌متر تهیه شده و با محلول سالین ۰/۹ درصد برای حذف بقایای مواد غذایی شسته و در فرمالین ۱۰ درصد برای مطالعه بافت تثبیت شد. پس از تهیه بلوک‌های پارافینی، نمونه‌های بافت روده با ضخامت پنج میکرومتر با استفاده از میکروتوم نیمه اتومات روی اسلاید شیشه‌ای قرار گرفته و با هماتوکسیلین‌ائوزین رنگ‌آمیزی شد. اندازه‌گیری‌های ریخت‌شناسی پرزهای روده روی ۱۰ پرز سالم انتخاب شده از هر نمونه اندازه‌گیری شد. شاخص‌های ریخت‌شناسی مورد بررسی شامل طول پرز (نوک پرز تا محل اتصال کریپت)، عرض پرز (متوسط عرض پرز در ابتدا، وسط و انتهای پرز)، عمق غدد لیبرکون یا کریپت (پایه پرز تا لایه زیر مخاط) اندازه‌گیری شده و سطح جذبی پرزها محاسبه شد (Sakamoto *et al.*, 2000).

معادله (۲) (۲ ÷ میانگین عرض پرز) × (میانگین طول پرز) × (π۲) = سطح جذبی پرزها

در این پژوهش، از مدل طرح کاملاً تصادفی، با پنج تیمار و چهار تکرار به شرح ذیل استفاده شد. داده‌ها در رویه GLM از نرم‌افزار SAS (نسخه ۹/۴) با استفاده از آزمون تجزیه واریانس و دانکن واکاوی شدند. تیمارها در سطح پنج درصد مقایسه شدند. آزمون نرمال بودن باقی‌مانده‌ها برای همه صفات انجام شد.

معادله (۳) $Yij = \mu + ti + eij$

که در آن، Y_{ij}: مشاهدات آزمایش، μ: میانگین مشاهدات، t_i: اثر تیمار و e_{ij}: خطای آزمایش می‌باشد.

نتایج و بحث

تأثیر سین‌بیوتیک لیماکس و جلبک قهوه‌ای *سارگاسوم* بر میانگین خوراک مصرفی و افزایش وزن زنده در جدول ۲، ضریب تبدیل خوراک و شاخص تولید در جدول ۳ آورده شده است. در دوره پایانی (۲۵ تا ۴۲ روزگی) بیشترین مقدار خوراک مصرفی مربوط به

1- LIMAX

شاهد و کمترین آن برای تیمار لیماکس یک درصد بود (P<۰/۰۵)، هر چند بر اساس آزمون دانکن، در کل دوره پرورشی (۰ تا ۴۲ روزگی) نیز از لحاظ عددی همین روند مشاهده شد، امّا تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد.

جدول ۱- اجزا و ترکیبات شیمیایی جیره پایه مورد استفاده در سنین مختلف برای جوجه‌های گوشتی سویه راس ۳۰۸

Table 1- Diet formulation and calculated chemical composition of the basal ration (as fed)

اجزای جیره (درصد) Feed ingredient (%)	جیره آغازین Starter diet (1-10 days)	جیره رشد Growth diet (11-24 days)	جیره پایانی Finisher diet (25-42 days)
ذرت Corn	57.90	60.20	61.20
کنجاله سویا (44% پروتئین) Soybean meal (CP %44)	33.20	31.00	31.00
گلوتن ذرت (60% پروتئین) Soybean meal (CP %60)	3.90	3.00	1.50
دی کلسیم فسفات Di calcium phosphate	1.87	1.60	1.45
نمک Salt	0.36	0.33	0.32
بیکربنات سدیم Sodium bicarbonate	0.11	0.11	0.11
ال- ترئونین L-threonine	0.06	0	0
ال- لیزین هیدرو کلراید L- lysine hydrochloride	0.30	0.18	0.06
دی ال- متیونین DL- methionine	0.19	0.20	0.18
روغن سویا Soy oil	0.40	1.80	2.63
کربنات کلسیم Calcium carbonate	1.21	1.08	1.05
مکمل ویتامینی و معدنی[1] Vitamin and mineral premix[1]	0.50	0.50	0.50
ترکیب شیمیایی محاسباتی (%) Calculated chemical composition			
انرژی قابل سوخت و ساز ME (kcal/kg)	2880	2993	3039
پروتئین خام Crude protein (%)	22.35	20.90	19.96
کلسیم Calcium (%)	0.99	0.86	0.81
فسفر قابل دسترس Available phosphorous (%)	0.48	0.43	0.40
متیونین + سیستین Methionine + cysteine (%)	1.02	0.90	0.82
لیزین کل Lysine (%)	1.36	1.18	1.04
سدیم Sodium (%)	0.19	0.18	0.17
تعادل کاتیون آنیون جیره (mEq/kg) DCAB	287	280	285

[1] مکمل ویتامینی و معدنی در هر کیلوگرم خوراک مقادیر زیر را تأمین می‌نمود: ویتامین A، ۱۱۰۰۰ واحد بین‌المللی؛ کوله کلسیفرول، ۲۳۰۰ واحد بین‌المللی؛ ویتامین E، ۱۲۱ واحد بین‌اللملی؛ ویتامین K_3، دو میلی‌گرم؛ ویتامین B_{12}، ۰/۰۲ میلی‌گرم؛ تیامین، چهار میلی‌گرم؛ ریبوفلاوین، چهار میلی‌گرم؛ اسید فولیک، یک میلی‌گرم؛ بیوتین، ۰/۰۳ میلی‌گرم؛ پیرودوکسین، چهار میلی‌گرم؛ کولین کلراید، ۸۴۰ میلی‌گرم؛ اتوکسی کوئین، ۰/۱۲۵ میلی‌گرم؛ سولفات منگنز، ۱۰۰ میلی‌گرم؛ سلنیوم (سلنات سدیم)، ۰/۲ میلی‌گرم؛ ید، یک میلی‌گرم؛ سولفات مس، ۱۰۰ میلی‌گرم؛ آهن، ۵۰ میلی‌گرم بود.

[1] Vitamin and Mineral premix supplied per kilogram of diet: A 11000, IU; D_3, 2300 IU; E, 121 IU; K_3, 2 mg; B_{12}, 0.02 mg; B_1, 4 mg; B_2, 4 mg; B_9, 1 mg; Biotin, 0.03 mg; B_6, 4 mg; Choline chloride, 840 mg; Ethoxyquin, 0.125 mg; Manganese sulphate, 100 mg; Se (Sodium Selenate), 0.2 mg; I, 1 mg; copper sulphate, 100 mg; Fe, 50 mg.

در راستای نتایج پژوهش حاضر، چوی و همکاران در سال ۲۰۱۴ (Choi *et al*., 2014) در کل دوره پرورش تفاوت معنی‌داری بین عملکرد رشد و مصرف خوراک روزانه تیمار جلبک دریایی قهوه‌ای و شاهد مشاهده نکردند؛ امّا در پژوهش بای و همکاران در سال ۲۰۱۹ (Bai *et al*., 2019) مصرف خوراک روزانه در جیره حاوی جلبک دریایی در مقایسه با گروه شاهد، کاهش معنی‌داری را نشان داد. همچنین، خوراک مصرفی روزانه جوجه‌ها با استفاده از مکمل پروبیوتیک پروتکسین و مولتی‌بهسیل در مقایسه با گروه شاهد، کاهش معنی‌دار را در کل دوره پرورش نشان داد (P<۰/۰۵) (Agah *et al*., 2020). نتایج مصرف سین‌بیوتیک‌ها در مطالعه سانگ و همکاران در سال ۲۰۲۲ (Song *et al*., 2022) نشان داد که میانگین مصرف خوراک روزانه برای جوجه‌های گروه سین‌بیوتیک طی روزهای ۱ تا ۲۱ روزگی دوره پرورش در مقایسه با جوجه‌های گروه مصرف‌کننده آنتی‌بیوتیک، افزایش یافت (P<۰/۰۵)، هر چند که از این نظر، تفاوت معنی‌داری در کل دوره پرورش مشاهده نشد. سایر پژوهشگران نیز گزارش کردند در طول دوره پرورش، مصرف خوراک تحت تأثیر اسانس آویشن و فیتوبیوتیک‌های دانه انگور قرار نگرفت (Wade *et al*., 2018). در این شرایط می‌توان نتیجه گرفت که ترکیبات جایگزین آنتی‌بیوتیک‌ها در جیره با بهبود بهره‌وری استفاده از خوراک، سبب کاهش میزان خوراک مصرفی می‌شوند، امّا باید توجه داشت که شرایط متفاوت پرورش و سطوح مورد استفاده از این ترکیبات در جیره نیز سبب ایجاد تفاوت در عملکرد پرنده می‌شود (Song *et al*., 2022). در پژوهش حاضر، نتایج تجزیه واریانس (جدول ۲) اختلاف معنی‌داری بین میانگین افزایش وزن زنده تیمارهای مختلف در دوره‌های آغازین و رشدی نشان نداد (P>۰/۰۵)، امّا در دوره پایانی و کل دوره پرورشی تأثیر تیمارهای آزمایشی بر افزایش وزن روزانه معنی‌دار شد (P<۰/۰۵)، به‌گونه‌ای که گروه اکسی‌تتراسایکلین بیشترین میانگین افزایش وزن زنده (به‌ترتیب ۶۵/۵۲ و ۴۹/۰۲ گرم/پرنده/روز) و گروه لیماکس یک درصد کمترین میانگین افزایش وزن زنده (به‌ترتیب ۵۴/۵۰ و ۴۳/۰۷ گرم/پرنده/روز) را داشتند، اختلاف میانگین افزایش وزن سایر تیمارهای آزمایشی با گروه اکسی‌تتراسایکلین معنی‌دار نبود (P>۰/۰۵). در پژوهش حاضر، آنالیز واریانس در هیچ یک از دوره‌های پرورشی اختلاف معنی‌داری بین ضریب تبدیل غذایی تیمارهای آزمایشی مختلف نشان نداد (P>۰/۰۵). امّا تأثیر تیمارهای آزمایشی بر مقدار شاخص تولید در پایان دوره پرورشی معنی‌داری شد (P<۰/۰۵)، به‌طوری‌که بیشترین مقدار شاخص تولید مربوط به تیمارهای اکسی‌تتراسایکلین و لیماکس ۱/۵ درصد (به‌ترتیب ۲۹۵/۲۵ و ۲۷۱/۷۱) بود. در توافق با نتایج پژوهش حاضر، در تیمارهای حاوی جلبک دریایی قهوه‌ای در مقایسه با گروه شاهد، تفاوت معنی‌داری بین افزایش وزن روزانه جوجه‌ها مشاهده نشد (Choi *et al*., 2014). در پژوهشی دیگر، تأثیر فلاونوئیدهای حاصل از دانه انگور با خاصیت فیتوبیوتیکی در مقایسه با گروه شاهد، بر افزایش وزن روزانه جوجه‌های گوشتی در کل دوره پرورش معنی‌داری نشد (Vlaicu *et al*., 2017). این عدم وجود تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای آزمایشی و شاهد می‌تواند ناشی از شرایط پرورش بدون چالش از جمله تنش‌های گرمایی، بیماری و سایر تنش‌های محیطی باشد. به نظر می‌رسد که در شرایط چالشی مختلف در طول دوره پرورش و اثرات منفی که این چالش‌ها بر سامانه ایمنی، عملکرد دستگاه گوارش و عملکرد پرورشی پرنده دارد، اثرات مثبت استفاده از ترکیبات سین‌بیوتیکی و پروبیوتیکی از طریق افزایش دادن تولید باکتریوسین‌ها و کلی‌سین‌ها و بهبود پاسخ ایمنی روده‌ای مشهودتر باشد (Al-Khalaifa *et al*., 2019). در پژوهش فاضل‌نیا و همکاران در سال ۲۰۲۱ (Fazelnia *et al*., 2021) نیز چالش جوجه‌های گوشتی با سالمونلا باعث کاهش شاخص تولید، افزایش وزن روزانه و افزایش عددی ضریب تبدیل غذایی شد. درحالی‌که افزودن مکمل غذایی با خصوصیات پروبیوتیکی و سین بیوتیکی توانست منجر به بهبود افزایش وزن روزانه، شاخص تولید و پاسخ ایمنی برای مقابله با چالش‌های عفونی در جوجه‌های گوشتی شود. هر چند، نتایج پژوهش‌های مختلف بهبود ضریب تبدیل خوراک را در تیمارهای سین‌بیوتیک و فیتوبیوتیک در مقایسه با تیمار آنتی‌بیوتیک را گزارش کردند (Abdel-Wareth *et al*., 2019)؛ امّا همسو با نتایج پژوهش حاضر، سانگ و همکاران در سال ۲۰۲۲ (Song *et al*., 2022) تفاوت معنی‌داری بین تیمارهای شاهد، سین‌بیوتیک و آنتی‌بیوتیک برای ضریب تبدیل خوراک گزارش نکردند. چنین نتایج متنوعی ممکن است از تعداد و انواع مختلف ریزجانداران گوارشی موجود در مطالعات مختلف ناشی شود که معمولاً اندازه‌گیری نمی‌شوند (Wade *et al*., 2018).

نتایج جدول ۴ نشان‌دهنده تأثیر معنی‌دار تیمارهای آزمایشی بر درصد چربی حفره شکمی بود. به‌طوری‌که بیشترین درصد چربی حفره شکمی (۱/۷۱ درصد) در تیمار اکسی‌تتراسایکلین و کمترین آن (۰/۸۸ درصد) در تیمار ۱/۵ درصد لیماکس مشاهده شد. امّا بین تیمارهای سین‌بیوتیک ۱ و ۱/۵ درصد و جلبک *سارگاسوم* تفاوت معنی‌داری مشاهده نشد. پژوهش‌های دیگری در تأیید این نتایج، کمترین درصد چربی حفره شکمی نسبت به وزن زنده را در گروه سین‌بیوتیک و پروبیوتیک و بیشترین میزان را در گروه آنتی‌بیوتیک گزارش کردند (Abdel-Wareth *et al*., 2019; Tayeri *et al*., 2018). در پژوهش‌های دیگری نیز تیمارهای فیتوبیوتیک درصد چربی حفره شکمی کمتری را نسبت به گروه شاهد نشان دادند (Petricevic *et al*., 2018). برخلاف نتایج پژوهش حاضر، درصد چربی حفره شکمی

در گروه تغذیه شده با جلبک دریای قهوه‌ای به‌صورت معنی‌دار کمتر از گروه شاهد گزارش شد (Reski *et al.*, 2021). کاهش چربـی حفـره شکمی می‌تواند ناشی از تأثیر فلاونوئیدهای پوست مرکبات موجود در سین‌بیوتیک مورد استفاده در این مطالعه باشد که سبب ایجـاد تعـدیل در متابولیسم کبدی لیپید می‌شوند و از انباشته شدن چربـی در حفـره شکمی جلوگیری می‌کند (Rafiq *et al.*, 2018).

جدول ۲- تأثیر تیمارهای آزمایشی بر میانگین خوراک مصرفی و افزایش وزن روزانه جوجه‌های گوشتی (گرم/پرنده/روز)

Table 2- The effect of experimental treatments on feed intake and Body weight gain of broilers (g/b/d)

تیمارها Treatments	خوراک مصرفی Feed intake				افزایش وزن زنده Body weight gain			
	1-10 days	11-24 days	25-42 days	0-42 days	1-10 days	11-24 days	25-42 days	0-42 days
شاهد Control	29.25	74.42	131.07 a	87.95 a	20.20	45.82	60.50 ab	46.00 ab
اکسی‌تتراسایکلین Oxytetracycline	30.02	77.25	125.32 ab	86.60 a	21.22	47.67	65.52 a	49.02 a
جلبک *سارگاسوم* *Sargassum* algae	29.20	76.52	124.22 ab	85.70 ab	20.30	47.40	59.87ab	46.30 ab
لیماکس ۱ درصد Limax 1%	29.65	73.65	113.02b	80.05 b	20.47	44.45	54.50 b	43.07 b
لیماکس ۱/۵ درصد Limax 1.5%	30.80	79.83	117.67 b	84.38 ab	21.48	48.43	58.80 ab	46.43 ab
SEM[1]	0.394	0.799	1.696	0.896	0.289	0.519	0.951	0.532
P-value	0.689	0.168	0.035	0.091	0.546	0.162	0.035	0.045

در هر ستون، اعداد با حروف غیر مشترک، دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P<۰/۰۵).

Mean within the same row with different letters significantly (P<0.05).

میانگین خطای استاندارد

[1] SEM: Standard Error of Mean

جدول ۳- تأثیر تیمارهای آزمایشی بر ضریب تبدیل خوراک و شاخص تولید

Table 3- The effect of experimental treatments on feed conversion ratio and Production index

تیمارها Treatments	ضریب تبدیل خوراک Feed conversion ratio				شاخص تولید Production index
	1-10 days	11-24 days	25-42 days	0-42 days	
شاهد Control	1.44	1.62	2.18	1.82	254.23 b
اکسی‌تتراسایکلین Oxytetracycline	1.41	1.62	1.92	1.70	295.25 a
جلبک *سارگاسوم* *Sargassum* algae	1.43	1.61	2.07	1.77	255.60 b
لیماکس ۱ درصد Limax 1%	1.45	1.65	2.07	1.78	247.34 b
لیماکس ۱/۵ درصد Limax 1.5%	1.44	1.65	2.00	1.75	271.71 ab
SEM[1]	0.011	0.009	0.038	0.017	4.702
P-value	0.8766	0.4544	0.2919	0.2726	0.0381

[1] SEM: Standard Error of Mean

میانگین خطای استاندارد

در پژوهش حاضر (جدول ۴)، تیمارهای آزمایشی تأثیر معنـی‌داری بر درصد وزن نسبی ترکیب لاشه (لاشه خالی بـدون پوسـت، سـینه، ران، گردن و پشت) و انـدام‌های داخلـی (سـنگدان، کبـد، پـانکراس، بورس فابریسیوس و طحال) جوجه‌های گوشتی نداشـتند. در راسـتای

نتایج ما، جیره‌های حاوی سین‌بیوتیک در مقایسه با سایر گروه‌ها درخصوص درصد وزن نسبی به وزن زنده (کبد، قلب، سنگدان، طحال و پانکراس) تفاوت معنی‌داری نشان ندادند (Song *et al.*, 2022; Abdel-Wareth *et al.*, 2019)، همچنین در مورد صفات لاشه و اندام‌های داخلی (درصد ران، پشت و بال، سنگدان، چربی حفره بطنی، بورس، طحال و طول نسبی بخش‌های مختلف روده کوچک) در جیره‌های حاوی مکمل پروبیوتیک در مقایسه با گروه شاهد تفاوت معنی‌داری مشاهده نکردند (Agah *et al.*, 2020). امّا در تضاد با نتایج پژوهش حاضر، تیمار سین‌بیوتیک به‌طور قابل توجهی سبب افزایش خطی درصد وزن نسبی عضله سینه و ران در سن ۳۵ روزگی شد (Abdel-Wareth *et al.*, 2019). همچنین، افزایش معنی‌دار درصد لاشه خالی و درصد وزن نسبی عضله سینه نسبت به وزن زنده در گروه‌های تغذیه شده با مکمل پروبیوتیک در مقایسه با گروه شاهد گزارش شد (Agah *et al.*, 2020). بهبود عملکرد و خصوصیات لاشه با استفاده از مکمل‌های پروبیوتیکی ممکن است به‌دلیل افزایش قابلیت هضم خوراک رخ دهد، زیرا مکمل‌های پروبیوتیکی توانایی افزایش فعالیت آنزیم‌های گوارشی را دارند و از طریق ارتقای جمعیت میکروبی مفید روده، باعث بهبود سلامت روده میزبان می‌شوند (Tayeri *et al.*, 2018). محققان در زمینه استفاده از جلبک دریایی قهوه‌ای نیز تفاوت معنی‌داری بین میانگین وزن اندام‌های داخلی گروه‌های تغذیه شده با جلبک و آنتی‌بیوتیک مشاهده نکردند (Choi *et al.*, 2014). امّا تایری و همکاران در سال ۲۰۱۸ (Tayeri *et al.*, 2018) وزن نسبی سبک‌تری برای طحال پرندگان تغذیه شده با تیمار سین‌بیوتیک در مقایسه با تیمارهای شاهد و آنتی‌بیوتیک گزارش کردند. تغییر در اندازه طحال یکی از ارگان‌های مرتبط با پاسخ ایمنی در تیمار سین‌بیوتیک، ممکن است به‌دلیل فعال کردن سلول‌های دندریتیک در تکه‌های پیر که تحریک‌کننده لنفوسیت‌های T هستند، باشد که سبب تأثیر بر عملکرد سیستم ایمنی می‌شود و یا ممکن است نتیجه تحریک مستقیم تکثیر سلول‌های B طحال و ساخت ایمونوگلوبولین باشد (Tayeri *et al.*, 2018).

جدول ٤- تأثیر تیمارهای آزمایشی بر ترکیب لاشه جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی (گرم/۱۰۰ گرم وزن بدن)

Table 4- The effect of experimental treatments on carcass composition of broiler at 42 days (g/100 g of body weight)

تیمارها Treatments	لاشه بدون پوست Carcass without skin	سینه Thigh	ران Breast	گردن و پشت Neck and back	چربی شکمی Abdominal fat	سنگدان Gizard	کبد Liver	پانکراس Pancreas	بورس فابریسیوس Bursa of Fabriciuse	طحال Spleen
شاهد Control	63.46	19.96	21.05	21.73	1.10^{ab}	1.47	1.89	0.275	0.228	0.115
اکسی‌تتراسایکلین Oxytetracycline	63.88	21.01	21.55	21.40	1.71^{a}	1.52	1.88	0.228	0.193	0.105
جلبک *سارگاسوم* *Sargassum* algae	65.69	21.80	21.37	21.24	1.45^{ab}	1.46	1.72	0.215	0.185	0.103
لیماکس ۱ درصد Limax 1%	62.32	19.38	21.68	21.91	1.23^{ab}	1.70	1.78	0.233	0.190	0.085
لیماکس ۱/۵ درصد Limax 1.5%	63.81	20.33	20.12	21.96	0.88^{b}	1.75	1.97	0.275	0.198	0.095
SEM[1]	0.468	0.789	0.241	0.090	0.083	0.043	0.057	0.008	0.011	0.006
P-value	0.526	0.310	0.300	0.823	0.054	0.154	0.677	0.102	0.740	0.363

در هر ستون، اعداد با حروف غیر مشترک، دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P<۰/۰۵).

Mean within the same row with different letters significantly (P<0.05).

میانگین خطای استاندارد

[1] SEM: Standard Error of Mean

نتایج جدول ۵ نشان می‌دهد که در رابطه با نسبت طول قسمت‌های مختلف روده به وزن زنده، تفاوت معنی‌داری بین تیمارها مشاهده نشد. امّا در تضاد با یافته‌های ما، غلظت‌های متفاوت فیتوبیوتیک‌های عصاره هسته انگور و روغن گل‌رز در سن ۴۲ روزگی سبب بروز تفاوت معنی‌داری در نسبت طول ژژنوم و ایلئوم به وزن زنده شد، با این حال، نسبت طول دئودنوم به وزن زنده تفاوت معنی‌داری را نشان نداد. طول ژژنوم بالاترین میزان را در گروه شاهد و کمترین میزان را در سه سطح فیتوبیوتیک داشت، نتایج در مورد طول ایلئوم نیز مشابه نتایج ژژنوم گزارش شد (Brenes *et al.*, 2010; Vlaicu *et al.*, 2017). چنین نتایج متنوعی ممکن است از

تعداد و انواع مختلف ریزجانداران گوارشی موجود در مطالعات مختلف ناشی شود که معمولاً اندازه‌گیری نمی‌شوند.

جدول ۵- تأثیر تیمارهای آزمایشی بر نسبت طول روده به وزن زنده در سن ۴۲ روزگی (سانتی‌متر/ ۱۰۰ گرم وزن بدن)

Table 5- The effect of experimental treatments on the ratio of intestinal length to live weight at the age of 42 days (cm/100 g of body weight)

تیمارها Treatments	طول ایلئوم Length of ileum	طول ژژنوم Length of jejunum	طول دئودنوم Length of duodenum
شاهد Control	3.70	3.47	1.43
اکسی‌تتراسایکلین Oxytetracycline	3.48	3.16	1.26
جلبک *سارگاسوم* *Sargassum* algae	3.38	3.37	1.45
لیماکس ۱ درصد Limax 1%	3.71	3.46	1.41
لیماکس ۱/۵ درصد Limax 1.5%	3.77	3.63	1.35
SEM[1]	0.077	0.083	0.034
P-value	0.792	0.521	0.463

[1] SEM: Standard Error of Mean

میانگین خطای استاندارد

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر میانگین فراسنجه‌های لیپیدی سرم خون جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی در جدول ۶ آمده است. فراسنجه‌های لیپیدی سرم خون شامل تری‌گلیسیرید، لیپوپروتئین با چگالی بالا HDL، لیپوپروتئین با چگالی پایین LDL و کلسترول تام هیچ‌کدام تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار نگرفت. شاخص‌های بیوشیمیایی سرم طیور توسط عوامل ژنتیکی و محیطی تحت تأثیر قرار می‌گیرند، خوراک یکی از عوامل محیطی است که تأثیر بیشتری بر سوخت و ساز لیپید و کلسترول دارد (Dev *et al.*, 2020). پژوهشگران، نتایج متفاوتی را در استفاده از سین‌بیوتیک و جلبک‌ها بر فراسنجه‌های لیپیدی سرم خون جوجه‌های گوشتی گزارش کردند، به‌طوری‌که براساس پژوهش‌های پیشین کاربرد جیره‌های حاوی مکمل سین‌بیوتیک، مقدار LDL و جیره‌های حاوی مقادیر مشترک مونوالیگوساکارید و لاکتوباسیلوس به‌عنوان سین‌بیوتیک، غلظت LDL و HDL سرم خون جوجه‌های گوشتی را تحت تأثیر قرار نداد (Ashayerizadeh *et al.*, 2009). همچنین، استفاده از مکمل پروبیوتیکی و آنتی‌بیوتیک تأثیر معنی‌داری بر فراسنجه‌های لیپیدی سرم خون جوجه‌های گوشتی نشان نداد (Jangjoo *et al.*, 2021). امّا در پژوهشی دیگر، غلظت کلسترول کل و تری‌گلیسیرید سرم در جیره حاوی جلبک *اسپیرولینا پلاتنسیس* و مقادیر مشترک مونوالیگوساکارید و لاکتوباسیلوس به‌عنوان سین‌بیوتیک در مقایسه با گروه شاهد کاهش و غلظت HDL افزایش یافت، این در حالی است که غلظت LDL تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (Abd El-Hady *et al.*, 2022; Dev *et al.*, 2020). جلبک کرولا، *اسپیرولینا پلاتنسیس* فیکوسیانین، سین‌بیوتیک و جلبک قهوه‌ای غلظت سرمی کلسترول، LDL و تری‌گلیسیرید را کاهش داد، امّا HDL تفاوت معنی‌داری را نشان نداد (El-Naga *et al.*, Abdel-Wareth *et al.*, 2019; 2018; Omar *et al.*, 2022). جلبک‌های قهوه‌ای به‌دلیل وجود استرول‌ها و پلی‌ساکاریدهایی همچون آلژینات اثر مفیدی بر غلظت HDL، LDL، کلسترول تام و تری گلیسیرید دارند (El-Naga *et al.*, 2018).

تأثیر تیمارهای آزمایشی بر ریخت‌شناسی بافت ژژنوم روده جوجه‌های گوشتی در سن ۴۲ روزگی در جدول ۷ آمده است. عرض پرز ناحیه ژژنوم روده کوچک جوجه‌های گوشتی تحت تأثیر تیمارهای آزمایشی قرار گرفت (P<۰/۰۵) به‌گونه‌ای که بیشترین عرض پرز در دو سطح سین‌بیوتیک لیماکس ۱ و ۱/۵ درصد (به‌ترتیب ۱۹۶/۲۵ و ۲۰۱/۸۷ میکرومتر) و کمترین عرض پرز در شاهد، اکسی‌تتراسایکلین و جلبک *سارگاسوم* مشاهده شد. امّا سایر صفات شامل ارتفاع پرز، عمق کریپت، نسبت ارتفاع به عرض پرز و سطح جذبی پرز تحت تأثیر تیمارها قرار نگرفت.

جدول ٦- تأثیر تیمارهای آزمایشی بر برخی از فراسنجه‌های لیپیدی سرم خون (میلی‌گرم بر دسی‌لیتر)

Table 6- The effect of experimental treatments on some of blood serum lipid parameters (mg/dL)

تیمارها Treatments	تری گلیسرید Triglyceride	لیپوپروتئین با دانسیته بالا High density lipoprotein (HDL)	لیپوپروتئین با دانسیته پایین Low density lipoprotein (LDL)	کلسترول تام Total cholesterol
شاهد Control	46.25	50.25	21.00	103.75
اکسی‌تتراسایکلین Oxytetracycline	52.25	50.25	21.75	109.57
جلبک *سارگاسوم* *Sargassum* algae	62.50	58.50	29.25	122.75
لیماکس ۱ درصد Limax 1%	57.75	46.00	23.00	104.50
لیماکس ۱/۵ درصد Limax 1.5%	61.50	55.25	29.73	104.50
SEM[1]	4.07	2.35	1.21	5.54
P-value	0.699	0.511	0.097	0.805

[1] SEM: Standard Error of Mean

میانگین خطای استاندارد

جدول ۷- تأثیر تیمارهای آزمایشی بر ریخت‌شناسی بافت ژژنوم

Table 7- The effect of experimental treatments on jejunum morphology

تیمارها Treatments	ارتفاع پرز (میکرومتر) Villus height (µm)	عرض پرز (میکرومتر) Villus width (µm)	عمق کریپت (میکرومتر) Crypt of depth (µm)	نسبت ارتفاع به عرض Height to width ratio	سطح جذبی پرز (میکرومتر مربع) Absorption surface of villus (µm^2)
شاهد Control	1087.0	175.63[b]	124.75	8.71	301816
اکسی‌تتراسایکلین Oxytetracycline	1121.5	174.38[b]	128.50	8.72	307684
جلبک *سارگاسوم* *Sargassum* algae	1314.5	174.37[b]	125.00	10.50	360222
لیماکس ۱ درصد Limax 1%	1166.3	196.25[a]	120.50	9.67	358470
لیماکس ۱/۵ درصد Limax 1.5%	1215.6	201.87[a]	127.50	9.52	384684
SEM[1]	35.75	2.78	1.31	0.2523	12219.4
P-value	0.3372	0.0117	0.3894	0.1844	0.192

در هر ستون، اعداد با حروف غیر مشترک، دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشند (P<۰/۰۵).

Mean within the same row with different letters significantly (P<0.05).

میانگین خطای استاندارد

[1] SEM: Standard Error of Mean

ساختار مخاط روده نشان‌دهنده سلامت روده در جوجه‌ها است و افزایش سطح گوارشی و جذبی منجر به استفاده بهتر از مواد مغذی می‌شود. طبق پژوهش‌های پیشین، ترکیب پرزهای روده مستقیماً با عملکرد رشد مرتبط است و پرزهای بزرگتر با افزایش وزن بدن مرتبط هستند. ترکیبات گیاهی و پروبیوتیکی بر ریخت‌شناسی و سطح جذبی روده تأثیر می‌گذارند (Cao *et al.*, 2013). استفاده از این مواد در جیره جوجه‌های گوشتی به‌دلیل افزایش فعالیت میتوز سلولی و کاهش آسیب به اپیتلیال روده، ارتفاع پرزها را افزایش و عمق کریپت را کاهش می‌دهد. رشد طول و عرض پرزهای روده باعث افزایش سطح جذبی روده می‌شود که جذب مواد مغذی را برای حفظ رشد مطلوب جوجه‌های گوشتی افزایش می‌دهد (Rezaei *et al.*, 2018). افزایش عرض پرز روده در دو سطح تیمار لیماکس می‌تواند بیانگر این امر باشد که این مکمل توانایی ایجاد شرایط مناسب جهت بهبود سلامت روده را دارد.

اگرچه در پژوهش حاضر، ارتفاع پرز و سطح جذبی پرز تفاوت آماری معنی‌داری را نشان نداد، امّا تیمارهای جلبک *سارگاسوم* و دو

سطح سین‌بیوتیک نسبت به گروه اکسی‌تتراسایکلین و شاهد به‌صورت عـددی بیشـترین ارتفـاع پـرز و سـطح جـذب پـرز را داشـتند. در پژوهش‌های متعدد در این رابطه نتایج متفاوتی گزارش شده است. این در حالی است که افزایش معنی‌داری در ارتفاع و عرض پرز و کـاهش عمق کریپت در ژژنوم جوجه‌های گوشتی تغذیه شـده بـا پروبیوتیـک، عصاره زنیان و مانان الیگوسـاکارید مشـاهده شـد (Hajiaghapour and Rezaeipour, 2018; Hedayati and Manafi, 2018). در پژوهشـی دیگـر اسـتفاده از *ساکارومایسـس سـرویزیه*[1] در جیـره بلدرچین‌های تخم‌گذار باعث افزایش معنی‌دار ارتفاع پرز، عرض پرز و سطح جذبی پرزهـا در مقایسـه بـا شـاهد شـد (Mirakzehi *et al.*, 2022). همچنین، کمترین عمق کریپت در تیمار مخلوط پروبیوتیک و آب پنیر نسبت به گروه شاهد توسط پژوهشگران دیگر گـزارش شـده اسـت (Liu *et al.*, 2020; Zarei *et al.*, Kazemi *et al.*, 2019 2018). تغییـرات مطلـوب در ریخت‌شناسـی روده احتمـالاً بـه‌دلیل عملکـرد پلی‌سـاکاریدهای موجـود در جلبک‌هـای دریـایی و پری‌بیوتیک‌های موجود در سین‌بیوتیک‌ها باشد که می‌تواند بـه‌عنوان بستری برای میکروفلور روده عمل کند و به تحریک سرعت تخمیر و افزایش تولید اسیدهای چرب با زنجیره کوتاه کمـک کنـد. اسـیدهای چرب با زنجیره کوتاه به تمایز و تکثیر سلول‌های اپیتلیال روده کمـک می‌کنند (Liu *et al.*, 2020).

با توجه به موارد بحث شده ملاحظه می‌شود که نتایج متفاوتی بـا استفاده از انواع مکمل‌های پروبیوتیکی و سین‌بیوتیکی در جیـره و یـا آب مصرفی انواع طیور، در شرایط مختلـف گـزارش شـده اسـت. امّـا میزان اثربخشی استفاده از این نوع مکمل‌هـا را بـه عوامـل متعـددی می‌تـوان نسـبت داد. از جملـه مـوارد قابـل‌ذکر شـامل: فـرم خـوراک مصرفی، چگونگی ساخت آن‌ها، گونه‌ها و سویه‌های باکتریایی موجـود و نحوه مصرف این مکمل‌ها (محلول در آب و یـا ترکیـب بـا جیـره)، کیفیت جوجه یک‌روزه، آلودگی مزرعه پرورشی، ترکیب جیره غذایی و چگونگی مدیریت گله می‌باشند (Khodaei *et al.*, 2016).

نتیجه‌گیری کلی

نتیجه نهایی این که میانگین افزایش وزن روزانه و شاخص تولیـد دو تیمار اکسی‌تتراسایکلین و لیماکس ۱/۵ درصد بیشترین مقدار را در بین تیمارهای آزمایشی داشتند. همچنین، بیشترین عرض پرزهـا و در نتیجه، سطح جذبی آن مربـوط بـه تیمـار لیمـاکس ۱/۵ درصـد بـود. بنابراین، با وجود مشکلات استفاده از آنتی‌بیوتیک‌ها در جیره پرندگان، مکمـل سـین‌بیوتیکی لیمـاکس می‌توانـد جـایگزین مناسـبی بـرای آنتی‌بیوتیک اکسی‌تتراسایکلین باشد.

سپاسگزاری

این اثر برگرفته از بخشی از نتایج پروژه تحقیقـاتی خـاص انجـام شده در ایستگاه تحقیقات و آموزش علی‌آباد کمین مرکـز تحقیقـات و آموزش کشاورزی استان فارس می‌باشد. نویسـندگان مقالـه بـر خـود فرض می‌دانند از حمایت‌های مادی و معنوی انجمن علوم دامی استان کرمان در تأمین بخشی از هزینه‌های اجرای پروژه تشـکر و قـدردانی کنند.

References

1. Abd El-Hady, A. M., Elghalid, O. A., Elnaggar, A. S., & Abd El-khalek, E. (2022). Growth performance and physiological status evaluation of *Spirulina platensis* algae supplementation in broiler chicken diet. *Livestock Science*, *263*, 105009. http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2022.105009
2. Abdel-Wareth. A. A., Hammad, S., Khalap hallah, R., Salem, W. M., & Lohakare, J. (2019). Synbiotic as eco-friendly feed additive in diets of chickens under hot climatic conditions. *Poultry Science*, *98*(10), 4575-4583. https://dx.doi.org/10.3382/ps/pez115
3. Agah, M. J., Bostani, A., Hashemi, M., Safdarian, M., Hashemi, MR., & Saleh, H. (2020). Effect of physical from of the diet and the type of probiotic on performance, carcass characteristics and acidity of the contents of the gastrointestinal tract of broiler chicks. *Animal Science Journal (Pajouhesh & Sazandegi)*, *129*, 101–112. (in Persian). http://dx.doi.10.22092/asj.2019.126980.1951
4. Al-Khalaifa, H., Al-Nasser, A., Al-Surayee, T., Al-Kandari, S., Al-Enzi, N., Al-Sharrah, T., & Mohammed, A. (2019). Effect of dietary probiotics and prebiotics on the performance of broiler chickens. *Poultry Science*, *98*(10), 4465-4479. https://dx.doi.org/10.3382/ps/pez282
5. Ashayerizadeh A., Dabiri, N., Ashayerizadeh, O., Mirzadeh, K. H., Roshanfeker, H., & Manooee, M. (2009). Effect of dietary antibiotic, probiotic and prebiotic as growth promoters, on growth performance, carcass characteristics and hematological indices of broiler chickens. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. *12*, 52-57.
6. Bai, J., Wang, R., Yan, L., & Feng, J. (2019). Co-supplementation of dietary seaweed powder and antibacterial peptides improves broiler growth performance and immune function. *Brazilian Journal of Poultry Science*, 21.

1-*Saccharomyces cerevisiae*

https://dx.doi.org/10.1590/1806-9061-2018-0826

7. Borazjani, N. J., Tabarsa, M., You, S., & Rezaei, M. (2018). Purification, molecular properties, structural characterization, and immunomodulatory activities of water soluble polysaccharides from *Sargassum angustifolium*. *International Journal of Biological Macromolecules*, *109*, 793-802. https://dx.doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.11.059
8. Brenes, A., Montoro, A. V., Cambrodón, I. G., Centeno, C., Calixto, F. S., & Arija, I. (2010). Effect grape seed extract on growth performance, protein and polyphenol digestibilities, and antioxidant activity in chickens. *Spanish Journal of Agricultural Research*, *2*, 326-333.
9. Cao, G. T., Zeng, X. F., Chen, A. G., Zhou, L., Zhang, L., Xiao, Y. P., & Yang, C. M. (2013). Effects of a probiotic, *Enterococcus faecium*, on growth performance, intestinal morphology, immune response, and cecal microflora in broiler chickens challenged with *Escherichia coli* K88. *Poultry Science*, *92*(11), 2949-2955. https://dx.doi.org/10.3382/ps.2013-03366
10. Choi, Y., Lee, S., & Oh, J. (2014). Effects of dietary fermented seaweed and seaweed fusiforme on growth performance, carcass parameters and immunoglobulin concentration in broiler chicks. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 27(6), 862. http://dx.doi.10.5713/ajas.2014.14015
11. Dev, K., Mir, N. A., Biswas, A., Kannoujia, J., Begum, J., Kant, R., & Mandal, A. (2020). Dietary synbiotic supplementation improves the growth performance, body antioxidant pool, serum biochemistry, meat quality, and lipid oxidative stability in broiler chickens. *Animal Nutrition*, *6*(3), 325-332. https://dx.doi.org/10.1016/j.aninu.2020.03.002
12. El-naga, A., Manal, K., & Megahed, M. M. (2018). Impact of brown algae supplementation in drinking water on growth performance and intestine histological changes of broiler chicks. *Egyptian Journal of Nutrition and Feeds*, *21*(2), 495-507. http://dx.doi.10.21608/ejnf.2018.75603
13. Fazelnia, K., Fakhraei, J., Mansoori Yarahmadi, H., & Amini, K. (2022). Investigation of probiotic and synbiotic effects of dietary inclusion of two dietary supplements on growth performance and immune responses of broiler chicks challenged with *Salmonella typhimurium*. *Animal Sciences Journal*, *34*(133), 103-116. (in Persian). http://dx.doi.10.22092/asj.2021.352377.2110
14. Ganesan, A. R., Tiwari, U., & Rajauria, G. (2019). Seaweed nutraceuticals and their therapeutic role in disease prevention. *Food Science and Human Wellness*, *8*(3), 252-263. https://dx.doi.org/10.1016/j.fshw.2019.08.001
15. Jangjoo, O., Saleh, H., Agah, M.J., & Mirakzehi, M.T. (2021). The effect of feed form and probiotic supplements on performance, blood parameters and immune response of broilers. *Research on Animal Production*, *31*, 22-30. (in Persian).
16. Hajiaghapour, M., & Rezaeipour, V. (2018). Comparison of two herbal essential oils, probiotic, and mannan-oligosaccharides on egg production, hatchability, serum metabolites, intestinal morphology, and microbiota activity of quail breeders. *Livestock Science*, *210*, 93-98. https://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2018.02.007
17. Hedayati, M., & Manafi, M. (2018). Evaluation of anherbal compound, a commercial probiotic, and an antibiotic growth promoter on the performance, intestinal bacterial population, antibody titers, and morphology of the jejunum and ileum of broilers. *Brazilian Journal of Poultry Science*, *20*, 305-316. https://dx.doi.org/10.1590/1806-9061-2017-0639
18. Kazemi, S. A., Ahmadi, H., & Karimi Torshizi, M. A. (2019). Evaluating two multistrain probiotics on growth performance, intestinal morphology, lipid oxidation and ileal microflora in chickens. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, *103*(5), 1399-1407. https://dx.doi.org/10.1111/jpn.13124
19. Khodaei, H., Maghsoudlou, S., Garehbash, A. M., & Taraz, Z. (2016). Effect of physical form of feed and dietary supplementation of probiotic and prebiotic on performance and carcass characteristics of broiler chickens. *Research on Animal Production (Scientific and Research)*, *6*(12), 20-29.
20. Liu, W. C., Guo, Y., Zhao, Z. H., Jha, R., & Balasubramanian, B. (2020). Algae-derived polysaccharides promote growth performance by improving antioxidant capacity and intestinal barrier function in broiler chickens. *Frontiers in Veterinary Science*, *7*, 601336. http://dx.doi.org/10.3389/fvets.2020.601336
21. Mehdinezhad, N., Ghannadi, A., & Yegdaneh, A. (2016). Phytochemical and biological evaluation of some *Sargassum* species from Persian Gulf. *Research in Pharmaceutical Sciences*, *11*(3), 243.
22. Mirakzehi, M. T., Agah, M. J., Baranzehi, T., & Saleh, H. (2022). The effects of *Saccharomyces cerevisiae* and citric acid on productive performance, egg quality parameters, small intestinal morphology, and immune-related gene expression in laying Japanese quails. *Brazilian Journal of Poultry Science*, *4*, 1-12.
23. Omar, A. E., Al-Khalaifah, H. S., Osman, A., Gouda, A., Shalaby, S. I., Roushdy, E. M., & Amer, S. A. (2022). Modulating the growth, antioxidant activity, and immunoexpression of proinflammatory cytokines and apoptotic proteins in broiler chickens by adding dietary *Spirulina platensis* phycocyanin. *Antioxidants*, *11*(5), 991. http://dx.doi.org/10.3390/antiox11050991
24. Petricevic, V., Lukic, M., Skrbic, Z., Rakonjac, S., Doskovic, V., Petricevic, M., & Stanojkovic, A. (2018). The effect of using rosemary (*Rosmarinus officinalis*) in broiler nutrition on production parameters, slaughter characteristics, and gut microbiological population. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, *42*(6), 658-

664. http://dx.doi.10.3906/vet-1803-53
25. Rafiq, S., Kaul, R., Sofi, S. A., Bashir, N., Nazir, F., & Nayik, G. A. (2018). Citrus peel as a source of functional ingredient: A review. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, *17*(4), 351-358. http://dx.doi.org/10.1016/j.jssas.2016.07.006
26. Rahmani, M., Karimi Torshizi, M. A., & Vaez Torshizi, R. (2010). Effect of lighting programs on performance, carcass and production costs of Arian broilers. *Iranian Journal of Animal Science Research, 3*(3). (in Persian).
27. Reski, S., Mahata, M., Rizal, Y., & Pazla, R. (2021). Influence of brown seawed (*Turbinaria murayana*) in optimizing performance and carcass quality characteristics in broiler chickens. *Advances in* ANIMAL *and* VETERINARY *Sciences*, *9*(3), 407–515. https://doi.org/10.17582/journal.aavs/2021/9.3.407.415
28. Rezaei, M., Karimi Torshizi, M. A., Wall, H., & Ivarsson, E. (2018). Body growth, intestinal morphology and microflora of quail on diets supplemented with micronised wheat fibre. *British Poultry Science, 59*(4), 422-429. http://dx.doi.org/10.1080/00071668.2018.1460461
29. Sakamoto, K., Hirose, H., Onizuka, A., Hayashi, M., Futamura, N., Kawamura, Y., & Ezaki, T. (2000). Quantitative study of changes in intestinal morphology and mucus gel on total parenteral nutrition in rats. *Journal of Surgical Research*, *94*(2), 99-106. http://dx.doi.org/10.1006/jsre.2000.5937
30. Sanjeewa, K. A., & Jeon, Y. J. (2018). Edible brown seaweeds: A review. *Journal of Food Bioactives, 2*, 37–50. http://dx.doi.org/10.31665/JFB.2018.2139
31. Song, D., Li, A., Wang, Y., Song, G., Cheng, J., Wang, L., & Wang, W. (2022). Effects of synbiotic on growth, digestibility, immune and antioxidant performance in broilers. *Animal*, *16*(4), 1–7. http://dx.doi.org/10.1016/j.animal.2022.100497
32. Suganya, S., Ishwarya, R., Jayakumar, R., Govindarajan, M., Alharbi, N., Kadaikunnan, S., & Vaseeharan, B. (2019). New insecticides and antimicrobials derived from *Sargassum wightii* and *Halimeda gracillis* seaweeds: Toxicity against mosquito vectors and antibiofilm activity against microbial pathogens. *South African Journal of Botany*, *125*, 466-480. http://dx.doi.org/10.1016/j.sajb.2019.08.006
33. Tayeri, V., Seidavi, A., Asadpour, L., & Phillips, C. J. (2018). A comparison of the effects of antibiotics, probiotics, synbiotics and prebiotics on the performance and carcass characteristics of broilers. *Veterinary Research Communications*, *42*, 195-207. http://dx.doi.org/10.1007/s11259-018-9724-2
34. Vlaicu, P. A., Saracila, M., Panaite, T. D., Tabuc, C., Bobe, E., & Criste, R. D. (2017). Effect of the dietary grape seeds and rosehip oils given to broilers (14-42 days) reared at 32 C on broiler performance, relative weight of carcass cuts and internal organs and balance of gut microflora. *Archiva Zootechnica*, *20*(1), 77.
35. Wade, M., Manwar, S., Kuralkar, S., Waghmare, S., Ingle, V., & Hajare, S. (2018). Effect of thyme essential oil on performance of broiler chicken. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, *6*(3), 25–28.
36. Yan, G., Guo, Y., Yuan, J., Liu, D., & Zhang, B. (2011). Sodium alginate oligosaccharides from brown algae inhibit *Salmonella enteritidis* colonization in broiler chickens. *Poultry Science*, *90*(7), 1441-1448. http://dx.doi.org/10.3382/ps.2011-01364
37. Zarei, A., Lavvaf, A., & Motamedi Motlagh, M. (2018). Effects of probiotic and whey powder supplementation on growth performance, microflora population, and ileum morphology in broilers. *Journal of Applied Animal Research*, 46(1), 840-844. http://dx.doi.org/10.1080/09712119.2017.1410482